

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.
H01Q 9/04

(11) 공개번호 특2001-0000674
(43) 공개일자 2001년04월05일

(21) 출원번호	10-2000-0060086
(22) 출원일자	2000년10월12일
(71) 출원인	박병우 충청북도 청주시 흥덕구 복대동 2300번지주식회사 새한아이엔씨 황병선
(72) 발명자	박병우 충청북도 청주시 흥덕구 복대동 211 충청북도 청주시 흥덕구 복대동 2300번지 황병선 충청북도 청주시 흥덕구 가경동 1517동부아파트 107동 904호
(74) 대리인	윤의상

심사청구 : 있음

(54) 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나

요약

적합 분포선로로 구성된 인덕터와 커패시터를 직렬 연결한 공진회로를 안테나로 사용하며, 공진 시 임피던스가 매우 커지며 Q가 높아 주파수 선택성이 좋은 병렬 공진회로를 수신 안테나의 부하로 사용하여 단면기판상에 구현 가능하고 고주파 전력을 수신하기 위한 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나가 개시된다. 본 발명은 적합 분포선로를 사용한 직렬공진회로로 이루어진 안테나; 및 안테나에 연결되고 적합 분포선로를 사용한 병렬공진회로로 이루어진 부하부를 포함하며, 안테나와 부하부 사이에 접점부를 형성한다.

도면도

도8

영세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나를 설명하기 위하여 집중(lumped)회로를 리처드정리를 사용하여 분포선로로 변환하는 것을 도시한 도면이다.

도 2a내지 도2d는 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나를 설명하기 위하여 Kuroda 정리를 도식화한 도면이다.

도 3은 도 2의 회로를 간략화한 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나에서 각지형 커패시터를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나에서 단일루프 집중(single loop lumped)인덕터를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나의 특성을 보여주는 도면이다.

도 7a와 7b는 lumped 소자값으로 구현한 회로와 적합(commensurate) 분포선로를 사용한 회로의 직렬 공진 특성을 보여주는 도면이다.

도 8a와 8b는 lumped 소자값으로 구현한 회로와 적합(commensurate) 분포선로를 사용한 회로의 병렬 공진 특성을 보여주는 도면이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

100 : 안테나 110 : 단일 루프(single loop)인덕터

120 : 각지형(Inter digital)커패시터

200 : 부하부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나에 관한 것으로, 특히 적합(commensurate) 분포선로로 구성된 인덕터와 커패시터를 직렬 연결한 공진회로를 안테나로 사용하며, 공진시 임피던스가 매우 커지며 Q가 높아 주파수 선택성이 좋은 병렬 공진회로를 수신 안테나의 부하로 사용하여 단면 기판상에 구현 가능하고 고주파 전력을 수신하기 위한 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나에 관한 것이다.

안테나는 전기에너지를 전자파의 형태로 전·자계 에너지를 송·수신할 때 사용하는 에너지 변환 소자이다. 안테나의 종류는 매우 다양하며, 물리적 크기와 형상에 따라 그 특성을 달리 한다. 고주파 수신용 평면안테나로서는 사각형, 원형 패치안테나가 널리 사용되고 있으며, Sector안테나도 자주 사용되고 있다. 그러나 이러한 안테나는 크기가 비교적 크므로 Multi-Layer 회로 설계 시에는 응용성이 높으나 단면 기판 상에 구성하기에는 어려움이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기의 문제점을 해소하기 위하여 발명된 것으로, 적합(commensurate) 분포선로로 사용한 직렬 공진회로를 안테나로, 병렬 공진회로를 안테나의 부하로 사용함으로써, 단면기판상에 구현 가능하고 고주파 전력을 수신하기 위한 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나를 제공하는 데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은,

적합 분포선로를 사용한 직렬공진회로로 이루어진 안테나;

안테나와 연결된 적합 분포선로를 사용한 병렬공진회로로 이루어진 부하부를 포함하며, 안테나와 부하부사이에 접점부를 형성한다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따르면 안테나는 Single Loop 인덕터의 종단에 Inter digital 커패시터가 직렬연결되어 구성된다.

또한, 부하부는 Single Loop 인덕터와 Inter digital 커패시터가 병렬연결되어 구성된다.

이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.

첨부된 도 1은 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나를 설명하기 위하여 집중(lumped)회로를 리처드정리를 사용하여 분포선로로 변환하는 것을 도시한 도면이다.

본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나는 적합 분포선로를 사용한 직렬공진회로로 이루어진 안테나(100); 및 안테나(100)에 연결되고 적합 분포선로를 사용한 병렬공진회로로 이루어진 부하부(200)를 포함한다. 이를 위하여 본 발명에서는 도 6에서 보는 바와 같이 리처드 정리와 Kuroda 정리에 근거하여 L, C 집중정수 공진회로를 Single Loop 인덕터(110)와 Inter digital 커패시터(120)를 사용한 적합(commensurate)분포선로 공진회로로 변환하는 방법으로 초소형 안테나를 실현한다.

리처드 정리는 종단이 개방 또는 단락된 전송선로를 사용하여 인덕터 또는 커패시터(L,C)를 설계하는 방법으로 리처드정리에서 분포선로가 갖는 리액턴스값은 특성 임피던스 Z_0 이며, 길이가 $\lambda/4$ 인 단락선로의 입력 임피던스로 변환하면 다음 <식 1>과 같이 인덕터로 나타낼 수 있다

$$Z_0 = L \quad \text{<식 1>}$$

또한 개방회로의 입력 임피던스는 다음 <식 2>와 같이 커패시터의 역수로 나타난다.

$$\frac{1}{Z_0} = \frac{1}{C} \quad \text{<식 2>}$$

도 1은 lumped 회로를 Richard 정리를 사용하여 분포선로로 변환하는 그림으로서, lumped 소자로 구성된 인덕터와 커패시터와 동가인 분포선로를 도시하였다. 스텝 길이 $\lambda/4$ 가 동일할 때, 종단이 개방 또는 단락인지에 따라 인덕터와 커패시터가 결정되어 진다. 이러한 선로를 적합(commensurate) 분포선로라 한다.

또한, Kuroda 정리는 1. 전송선로 스텝의 물리적 분리; 2. 직렬 스텝을 병렬 스텝으로 변환하거나 병렬 스텝을 직렬 스텝으로 변환; 3. 복소 특성 임피던스를 실수값의 임피던스로 변환등의 세 가지 조건 중 어느 한가지의 실행에 의해 실질적인 마이크로파 필터나 임피던스 정합회로를 구현하기 위해 중복 전송선로부를 사용한다. 또한 중복 선로부에서의 부가적인 전송선로부를 단위소자(Unit Element, UE)라 하고 $\lambda/8$ 의 길이를 갖으며, 기본형 설계에서 인덕터와 커패시터로 구현된 스텝에 해당한다.

도 2a 내지 도 2d는 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나를 설명하기 위하여 Kuroda 정리를 도식화한 도면이다.

도 2a는 병렬 개방 스텝회로와 UE회로를 나타내고 그 결과인 직렬로 단락된 스텝회로를 나타내었

다. 도 2b는 직렬 단락 스텝회로와 UE를 사용하여 구현된 개방 스텝 회로를 나타낸다. 도 2c 및 도 2d역시 동일한 방법을 사용하여서 어드미턴스 인버터를 갖는 스텝회로를 보이고 있다.

도 2의 회로를 간략히 정리하면 도 3과 같이 나타낼 수 있다.

여기서, 도 2의 회로(a)에 대한 ABCD 파라미터를 구하면 다음 <식 3> 과 같다.

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ Y_1 \tan \theta & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cosh \theta & Z_o \sinh \theta \\ \frac{\sinh \theta}{Z_o} & \cosh \theta \end{bmatrix} \quad \text{〈식 3〉}$$

그리고, 도 2의 변형된 회로 (b)에 대한 ABCD 파라미터를 구하면 다음 <식 4> 와 같다.

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh \theta & \left(\frac{Z_o}{1 + Z_o Y_1} \right) \sinh \theta \\ \frac{1 + Z_o Y_o}{Z_o} \sinh \theta & \cosh \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \left(\frac{Z_o^2 Y_1}{1 + Z_o Y_1} \right) \tanh \theta \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{〈식 4〉}$$

<식 3> 과 <식 4> 에서 각 네트워크의 전체 ABCD 매트릭스는 변형된 회로가 단위소자 (Unit Element, UE)와 다음 <식 5> 와 같이 동일한 특성 임피던스를 갖는다는 것을 나타낸다.

$$Z_o' = \frac{Z_o}{1 + Z_o Y_1} \quad \text{〈식 5〉}$$

또한, 직렬 개방 회로 단위소자 (Unit Element, UE)의 특성 임피던스는 다음 <식 6> 과 같다.

$$Z_{o1}' = \frac{Z_o^2 Y_1}{1 + Z_o Y_1} \quad \text{〈식 6〉}$$

그러므로, 본 발명에서는 적합(commensurate)분포선로를 사용한 직 : 병렬 공진회로를 구현하기 위해 먼저 집중(lumped)소자값에 의하여 공진특성을 판단하고, 리차드와 구로다가 제시한 방법을 사용하여 lumped 소자값을 적합(commensurate) 분포선로로 변환하는 방법을 사용하여 수신안테나를 구현하였다.

도 4는 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나에서 각지형 캐패시터를 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나에서 단일루프 집중(single loop lumped)인덕터를 설명하기 위한 도면이다.

먼저, 도 4에서 보는 바와 같이 핑거(finger)가 2개 있는 각지형(inter digital)캐패시턴스의 경우 2-port matrix로 표현할 수 있다. 즉, 핑거(finger)어드미턴스는 다음 <식 7> 로 표현할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} = \frac{2[Z_o \coth(\gamma_o l) + Z_o \coth(\gamma_e l)]}{Z_o^2 + Z_o^2 + 2Z_o Z_o [\coth(\gamma_o l) + \coth(\gamma_e l) - \cosh(\gamma_o l) \cosh(\gamma_e l)]} \quad \text{〈식 7〉}$$

$$\begin{bmatrix} Y_{21} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{12} \end{bmatrix} = \frac{-2[Z_o \cosh(\gamma_o l) - Z_o \cosh(\gamma_e l)]}{Z_o^2 - Z_o^2 + 2Z_o Z_o [\cosh(\gamma_o l) - \cosh(\gamma_e l) - \cosh(\gamma_o l) \cosh(\gamma_e l)]} \quad \text{〈식 8〉}$$

<식 7> 및 <식 8> 에서 Z_o : 기수모드 임피던스

Z_{oe} : 우수모드 임피던스

γ_o : 기수모드 전파상수

γ_e : 우수모드 전파상수

l : finger의 겹침거리이다.

기수 및 우수모드 임피던스와 전파상수들은 일반적으로 널리 알려져 있는 TEM모드 전송선로 방정

식으로부터 구할 수 있다. 커패시터가 대칭적인 경우 종단 접합 점에서 기수 및 우수모드 어드미턴스를 구하면 다음 <식 9> 및 <식 10>과 같다.

$$Y_{in} = (Y_{11} - Y_{21}) \frac{1}{2} N_f / I_{e, \text{odd}} \quad \text{odd} \quad \text{〈식 9〉}$$

$$Y_{in} = (Y_{11} - Y_{21}) \frac{1}{2} N_f / I_{e, \text{even}} \quad \text{even} \quad \text{〈식 10〉}$$

또한, 핑거(finger)들이 2개씩 겹쳐있으므로, 주어진 각주파수 ω 에 대하여 특성임피던스는 기수 모드에 대하여 식 11과 같고, 전파상수는 기수모드에 대하여 식 12와 같다.

$$Z_{0e} = \sqrt{\frac{Re + j\omega L_e}{j\omega C_e + Y_{ie}}}, \quad \text{even mode} \quad \text{〈식 11〉}$$

$$\gamma_{0e} = \sqrt{(Re + j\omega L_e)(j\omega C_e + Y_{ie})}. \quad \text{〈식 12〉}$$

식 11 및 식 12에서 우수모드에 대하여는 하 첨자 e를 o로 바꾸어주면 된다. 2개의 종단선로를 Coupled line이라 하면 임피던스 파라미터는 다음 <식 13> 및 <식 14>와 같이 표현된다.

$$Z_{11} = Z_{22} = \frac{1}{2} [Z_{0e} \coth(\gamma_{0e} l_e) + Z_{0o} \coth(\gamma_{0o} l_o)] \quad \text{〈식 13〉}$$

$$Z_{p12} = Z_{p21} = \frac{1}{2} [Z_{0e} \coth(\gamma_{0e} l_e) - Z_{0o} \coth(\gamma_{0o} l_o)] \quad \text{〈식 14〉}$$

따라서, <식 7>과 <식 8>로부터 깎지형(Inter digital)커패시터의 용량 값을 계산할 수 있으며, 용량값에 적합한 선로 폭, 간격, 겹친 거리등을 program code로 계산해 낼 수 있다.

그리고, 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나에서 사용되는 단일루프 집중(single loop lumped)인덕터는 도 5에서 보는 바와 같이 반경 r_{i1} , 외 반경 r_{o1} 이고, 각도 ϕ_{i1} 만큼의 길이를 갖고, 상호 인덕턴스와 도체 두께를 무시할 경우 다음과 같이 적분식으로 주어진다.

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi W} \int_0^{\pi/\sqrt{2}} (\phi/\sqrt{2} - 2\phi) \cos(\sqrt{2}\phi) F(\phi) d\phi \quad \text{〈식 15〉}$$

여기서

$$F(\phi) = G(r_1, r_2) \Big|_{r_1=r_i}^{r_1=r_o} \Big|_{r_2=r_i}^{r_2=r_o} \quad \text{〈식 16〉}$$

$$G(r_1, r_2) \Big|_{r_1=r_i}^{r_1=r_o} \Big|_{r_2=r_i}^{r_2=r_o} = G(r_o, r_o) - G(r_o, r_i) - G(r_i, r_o) + G(r_i, r_i) \quad \text{〈식 17〉이다.}$$

상기 식들은 수치해석 방법으로 해결할 수 있다. 이때 도체 두께를 t 라고 할 때 유효선로 폭을 $w + t$ 로 놓아야 한다.

도 7 및 도 8은 lumped 소자값으로 구현한 회로와 적합(commensurate) 분포선로를 사용한 회로의 직렬 공진 특성과 병렬 공진 특성이다. 도 7 및 도 8에서 보는 바와 같이 출력 전압의 맥동율은 20%, 전체 고주파 전력 수신 모듈의 효율은 45% 정도이다. 따라서 적합(commensurate) 분포 선로를 사용한 직렬 공진회로를 안테나로, 병렬 공진회로를 안테나의 부하로 사용한 본 발명이 초소형 고주파 수신 안테나로서 좋은 특성을 갖음을 확인할 수 있었다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나는 적합(commensurate) 분포 선로를 사용한 직렬 공진회로를 안테나로, 병렬 공진회로를 안테나의 부하로 사용함으로써, 단면기판 상에 구현 가능하고 고주파 전력을 수신할 수 있는 효과가 있다.

이상에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니며 본 발명의 기술적 사상의 범위내에서 당업자에 의해 그 개량이나 변형이 가능 하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

적합 분포선로를 사용한 직렬공진회로로 이루어진 안테나(100);

상기 안테나(100)와 연결된 적합 분포선로를 사용한 병렬공진회로로 이루어진 부하부(200)를 포함하며, 상기 안테나(100)와 부하부(200)사이에 접점부(150)를 형성하는 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 안테나(100)는 단일 루프(Single Loop)인덕터(110)의 종단에 단일 핑거(f)를 갖는 깎지형(Inter digital)커패시터(120)가 직렬연결되어 구성되는 것을 특징으로 하는 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 부하부(200)는 단일 루프(Single Loop)인덕터(110)와 복수개의 핑거(f)를 갖는 깎지형(Inter digital)커패시터(120)가 병렬연결되어 구성되는 것을 특징으로 하는 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 부하부(200)는 단일 루프(Single Loop)인덕터(110)와 복수개의 핑거(f)를 갖는 깎지형(Inter digital)커패시터(120)가 병렬연결되어 구성된 것에 저항을 직렬연결하는 것을 특징으로 하는 분포선로를 이용한 LC 공진 안테나.

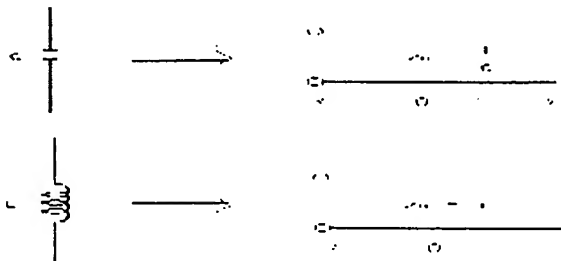
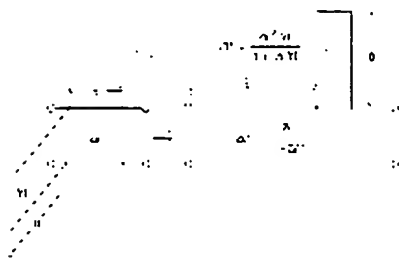
도면**도면1****도면2a**

图 2b

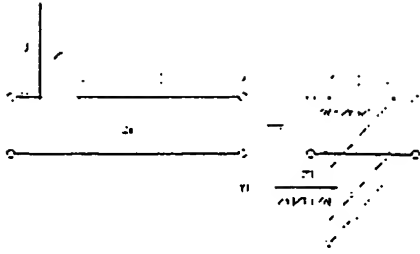


图 2c

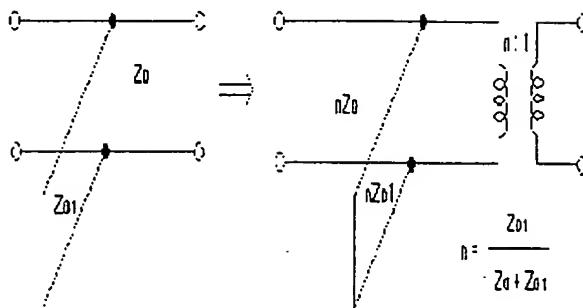
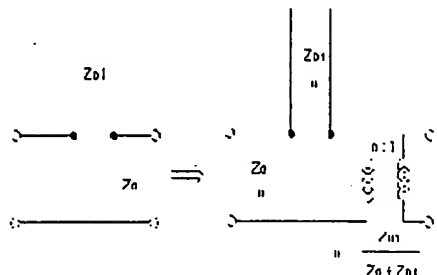
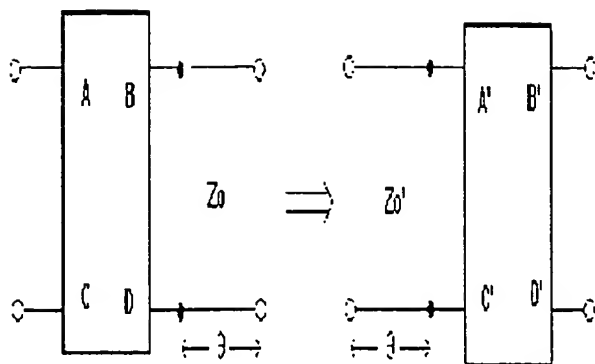


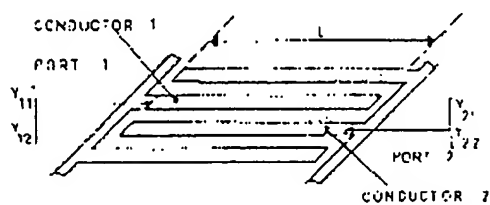
图 2d



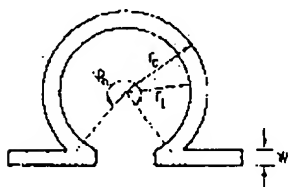
도 13



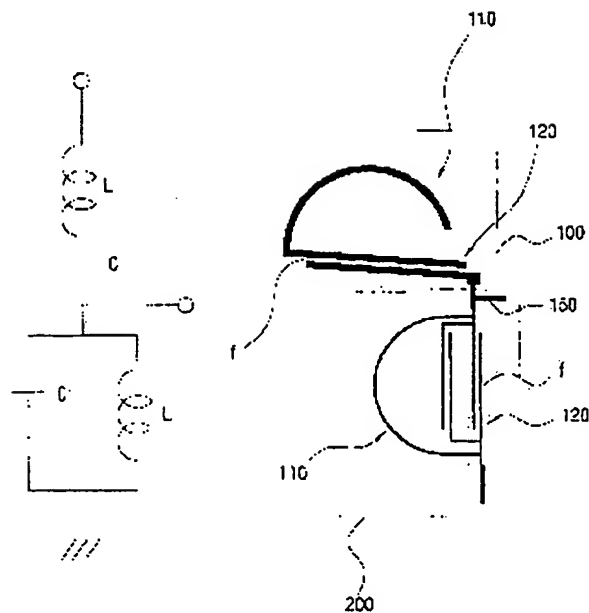
도 14



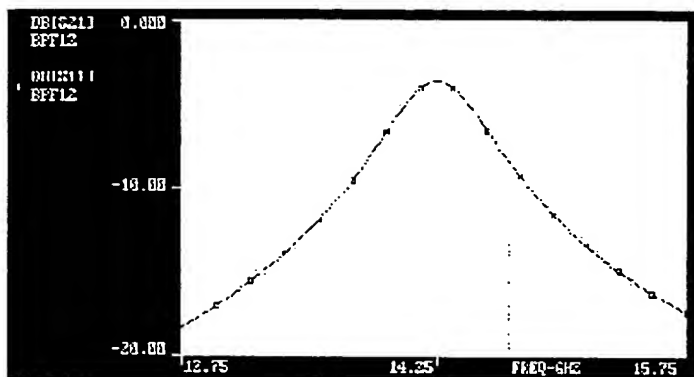
도 15



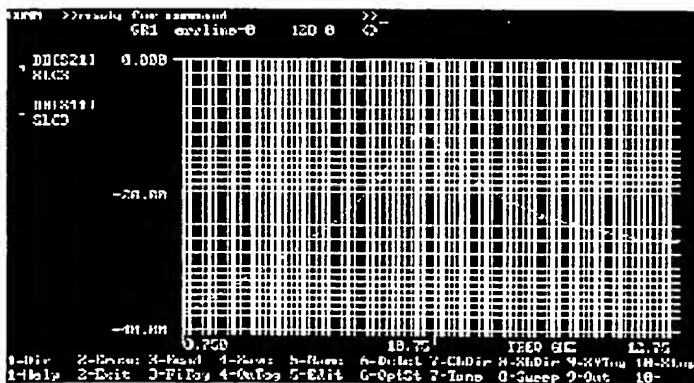
5B7b



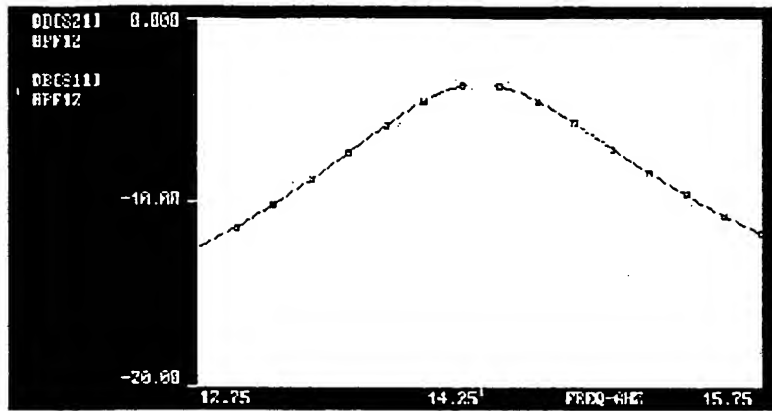
5B7a



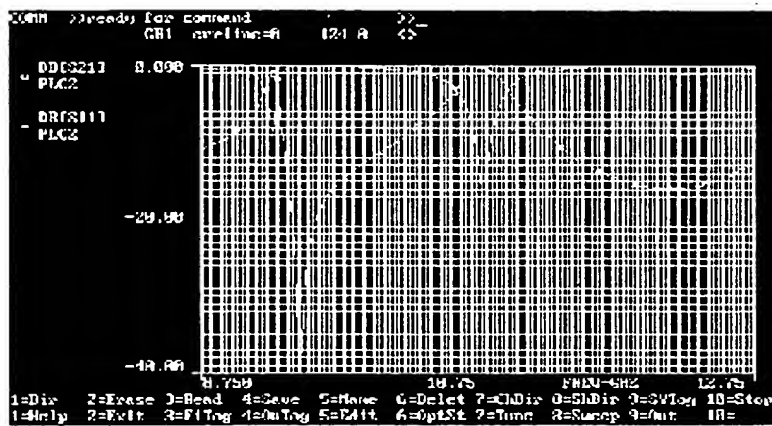
5B7b



5P8a



5P8b



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.